

MAKROZOOBENTHOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR SUNGAI DI SUB DAS CILIWUNG HULU

(Macrozoobenthos as Bioindicator of River Water Quality in Ciliwung Hulu Sub Watershed)

HAMDANI RACHMAN¹⁾, AGUS PRIYONO²⁾ DAN YUSLI WARDIATNO³⁾

¹⁾Mahasiswa Sarjana Institut Pertanian Bogor

²⁾ Dosen Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas Kehutanan IPB

³⁾ Dosen Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB

Email: gusno128@yahoo.com

Diterima 02 Desember 2016 / Disetujui 03 Maret 2017

ABSTRACT

Macrozoobenthos has a relatively sedentary nature and the very limited movement which will directly affected in the event of changes in water quality, therefore markozobenthos often used as bio-indicators of water quality. This research was conducted from March to June 2015 in the Ciseuseupan sub watershed, Cisukabirus sub watershed and Cisuren sub watershed with the purpose of determining level of water quality and influence of land-use on the quality water by using macrozoobenthos community structure. Biological indices were used to analyze the macrozoobenthos are FBI and SIGNAL2. FBI values in the Ciseuseupan sub watershed are 5,02 with criteria the quality of water moderate, in Cisukabirus sub watershed are 3,96 with criteria the quality of water very good and in Cisuren sub watershed 4,37 with criteria the quality of water good. Extensive use of forest land larger than the residential land use in Cisukabirus sub watershed were the major factor in the high quality in the sub watershed

Kata kunci: land use, macrozoobenthos, water quality

ABSTRAK

Makrozoobenthos sebagai biota menetap di dasar perairan dengan gerakan yang terbatas sensitif terhadap perubahan kualitas air. Oleh karena itu makrozoobenthos sering digunakan sebagai bioindikator kualitas air. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai Juni 2015 di sub DAS Ciseuseupan, Cisukabirus dan Cisuren dengan tujuan menentukan tingkat kualitas air dan pengaruh penggunaan lahan terhadap kualitas air dengan menggunakan makrozoobenthos. Indeks biologis yang digunakan untuk menganalisis makrozoobenthos yaitu FBI dan SIGNAL2. Nilai FBI yang diperoleh di sub DAS Ciseuseupan adalah 5,02 dengan kriteria sedang, di sub DAS Cisukabirus 3,96 dengan kriteria sangat baik, dan di sub DAS Cisuren 4,37 dengan kriteria baik. Luas penggunaan lahan hutan yang lebih besar daripada penggunaan lahan permukiman merupakan faktor utama tingginya kualitas air di sub DAS Cisukabirus.

Keywords: kualitas air, makrozoobenthos, penggunaan lahan

PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan suatu wilayah daratan yang terpisah dari wilayah lain di sekitarnya karena adanya pemisah alam berupa topografi yaitu punggung bukit atau gunung, yang menerima air hujan, menampung dan mengalirkannya melalui sungai utama menuju laut atau danau (Paimin *et al.* 2006). Dalam wilayah DAS, sungai merupakan ekosistem yang mempunyai peranan penting bagi kehidupan makhluk hidup. Secara umum sungai memiliki fungsi majemuk dalam kehidupan seperti penyedia air bersih, pembangkit listrik, sarana transportasi, sarana olahraga dan sebagai sarana rekreasi/wisata. Selain itu sungai juga merupakan tempat hidup biota-biota perairan seperti ikan, udang, kepiting dan bentos.

Kualitas air di sungai sangat menentukan kelangsungan hidup biota sungai dan manusia yang memanfaatkan secara langsung air sungai tersebut. Banyaknya kegiatan yang dilakukan masyarakat di bantaran sungai seperti kegiatan MCK (mandi, cuci,

kakus), pembuangan limbah pabrik, limbah kotoran ternak, limbah rumah tangga dan limbah pertanian dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air yang berpengaruh terhadap kualitas air sungai. Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001).

Selain pendekatan kualitas fisika kimia tingkat kualitas air dapat ditentukan melalui pendekatan biologi dengan menganalisis struktur komunitas organisme yang hidup di dalam perairan tersebut. Komunitas organisme yang dapat digunakan sebagai pendekatan dalam menduga kualitas perairan tempat organisme itu berada umumnya ialah makrozoobenthos. Makrozoobentos memiliki sifat yang relatif menetap dengan pergerakan yang sangat terbatas sehingga akan terkena dampak langsung apabila terjadi perubahan kualitas air.

Perubahan kualitas air ini dapat mengubah komposisi dan besarnya populasi makrozoobentos (Odum 1993).

Sungai Ciliwung merupakan sungai yang telah mengalami pencemaran akibat kegiatan manusia seperti dari kegiatan pertanian, peternakan, perumahan, industri dan lainnya (Hendrawan 2008) dengan nilai Indeks Kualitas Air (IKA) mengalami penurunan 33,38% (Hendrawan *et al.* 2005). Tingkat pencemaran Sungai Ciliwung dari hulu hingga hilir DAS tergantung pada besarnya pencemaran dari sub-sub DAS yang berkontribusi. Perbedaan penggunaan lahan pada setiap sub DAS tersebut akan berpengaruh terhadap status pencemaran setiap anak-anak sungai Ciliwung.

Pada penelitian ini, wilayah yang diteliti yakni pada wilayah hulu sungai yakni pada wilayah sub DAS Ciliwung Hulu yang terbagi atas tujuh sub DAS yakni Cibalok, Cisarua, Cisuren, Cisukabirus, Ciesek, Ciseuseupan dan Ciliwung Hulu. Tujuan penelitian ini yaitu: (1) menentukan tingkat kualitas air berdasarkan indikator biologi makrozoobenthos yaitu indeks keanekaragaman, Famili Biotik Indeks (FBI), dan SIGNAL2 dan (2) menganalisis korelasi antara status kualitas air sungai berdasarkan indeks biologi dengan penggunaan lahan di tiga sub DAS Ciliwung Hulu (sub DAS Ciseuseupan, Cisuren dan Cisukabirus).

METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan di sub DAS Ciseuseupan, sub DAS Cisukabirus dan sub DAS Cisuren yang termasuk kedalam administrasi Kabupaten Bogor (Kecamatan Megamendung, Cisarua dan Ciawi) dan sebagian kecil Kota Bogor yaitu wilayah Kecamatan Kota Bogor Timur dan Kota Bogor Selatan. Pengumpulan data tersebut dilakukan pada bulan Maret sampai Juni 2015.

Alat dan bahan yang digunakan meliputi: (1) alat *sampling*: jala surber ukuran 30x30 cm²; botol sampel; pinset; nampan; saringan halus; kertas label; *tally sheet*; alat tulis; kamera; thermometer; pH meter; meteran 30 m; (2) alat analisis di laboratorium: mikroskop majemuk; cawan petri; kaca; dino-lite; buku identifikasi Pennak (1953) dan Needham & Needham (1963) serta (3) bahan *treatment sample*: alkohol 70% dan *rose bengal* (bahan pewarna sampel).

Jenis data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang dikumpulkan berupa struktur komunitas makrozoobenthos di tiga Sub DAS Ciliwung Hulu (Sub DAS Ciseuseupan, Cisukabirus, dan Cisuren) dengan 5 stasiun pengambilan sampel dan 3 kali pengulangan pada setiap stasiunnya. Sedangkan data sekunder yang dikumpulkan yaitu berupa peta penggunaan lahan Sub DAS Ciliwung Hulu.

Prosedur pengambilan data dilakukan melalui dua tahapan yaitu pengambilan sampel makrozoobenthos di lapangan dan pengidentifikasian sampel makrozoobenthos di laboratorium. Pengambilan sampel makrozoobenthos dilakukan dengan meletakkan jala

surber menghadap arah arus yang datang. Bagian surber yang berupa bingkai diletakkan di dasar perairan. Substrat dalam bingkai diaduk kurang lebih selama 5 menit sehingga biota yang bersembunyi di sekitarnya akan masuk kedalam jala surber. Makrozoobenthos yang tersangkut di dalam jala surber diletakkan ke nampan kemudian dipisahkan antara serasah dengan makrozoobenthos. Sampel makrozoobenthos dimasukkan dalam botol sampel dan diberi alkohol 70% serta diberi label untuk membedakan tiap stasiun dan ulangan.

Sampel makrozoobenthos yang telah diperoleh kemudian diidentifikasi di Laboratorium Biologi Mikro Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor dengan menggunakan mikroskop majemuk dan buku identifikasi Pennak (1953) dan Needham & Needham (1963).

Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui kepadatan makrozoobenthos, keragaman jenis, keseragaman jenis, indeks dominasi, *Family Biotic Index* (FBI), *Stream Invertebrate Grade Number Average Level 2* (SIGNAL 2). Persamaan yang digunakan untuk masing-masing analisis adalah sebagai berikut:

Kepadatan makrozoobenthos merupakan jumlah individu makrozoobenthos persatuan luas (m²), dihitung dengan rumus:

$$K = \frac{10000 \times a}{b}$$

Keterangan :

K = Kepadatan makrozoobenthos/m²
a = Jumlah makrozoobenthos (individu)
b = Luasan plot
10000 = Konversi dari cm² ke m²

Pengolahan data keanekaragaman menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-wiener (Krebs 1999), sebagai berikut :

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman jenis
S = Jumlah jenis
p_i = Proporsi individu dari jenis ke-i terhadap keseluruhan populasi

Keragaman jenis dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Keterangan :

E = Indeks keseragaman jenis
H' = Indeks keanekaragaman jenis
H_{max} = Log₂S = 3,3219 Log S
S = Jumlah jenis

Indeks dominansi digunakan untuk menunjukkan ada atau tidaknya organisme makrozoobenthos yang mendominasi suatu komunitas makrozoobenthos di

perairan. Rumus indeks dominansi menggunakan rumus Simpson (Odum 1993) sebagai berikut :

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan :

C = Indeks dominansi

n_i = Jumlah individu pada tingkat genus ke-i

N = Jumlah total individu dari semua genus

Nilai indeks dominansi (C) berkisar antara 0 sampai 1. Nilai C mendekati 0 menunjukkan bahwa tidak ada individu yang mendominasi, sebaliknya apabila nilai C mendekati 1 maka terdapat salah satu individu yang mendominasi (Odum 1993).

Status kualitas perairan di sub DAS Ciliwung Hulu diketahui berdasarkan Family Biotic Index (FBI) menurut Hilsenhoff (1988) dengan rumus sebagai berikut:

$$FBI = \frac{\sum n_i \times t_i}{\sum N}$$

Keterangan :

FBI = Famili Biotik Indeks

N = Jumlah total famili ke-i

t_i = Nilai toleransi famili ke-i

n_i = Jumlah individu famili ke-i.

Kondisi status kualitas air berdasarkan hasil perhitungan FBI mengikuti kriteria Tabel 1.

Tabel 1 Penggolongan kriteria kualitas air oleh Hilsenhoff (1988) dalam Hauer dan Lamberti (2007)

Indeks	Kualitas air
0,00-3,75	Paling baik
3,76-4,25	Sangat baik
4,26-5,00	Baik
5,01-5,75	Sedang
5,76-6,50	Agak buruk
6,51-7,25	Buruk
7,26-10,00	Sangat buruk

SIGNAL2 merupakan indeks botik yang sederhana untuk makroinvertebrata, dikembangkan pertama kali di Australia bagian timur khususnya sistem Sungai Hawkesbury-napean (Chessman 2003). Langkah-langkah dalam perhitungan nilai SIGNAL2 adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis makrozoobenthos yang ditemukan hingga level famili atau level ordo
2. Penentuan faktor pembobotan dari jumlah individu yang ditemukan pada tiap famili dari makrozoobenthos yang ditemukan (Tabel 2).
3. Nilai faktor pembobotan yang telah dihitung dikalikan dengan skor dari tiap famili yang

ditemukan, kemudian hasil perkalian tersebut dijumlahkan secara keseluruhan.

4. Hasil penjumlahan perkalian tersebut dibagi dengan jumlah total faktor pembobotan, dan didapatkan nilai SIGNAL2 yang biasanya berkisar antara 3-7 (Chessman 2003).
5. Nilai SIGNAL2 yang didapatkan diplotkan dalam grafik yang dihubungkan dengan jumlah famili yang ditemukan. Hasilnya adalah 4 kuadran yang menggambarkan tinggi rendahnya nilai SIGNAL2, berdasarkan kombinasi jumlah famili makroinvertebrata dan keanekaragaman keadaan fisik habitat.

Tabel 2 Nilai faktor pembobotan berdasarkan jumlah individu yang ditemukan (Chessman 2003)

No.	Jumlah individu	Faktor pembobotan
1.	1-2	1
2.	3-5	2
3.	6-10	3
4.	11-20	4
5.	≥ 20	5

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Struktur Komunitas Makrozoobenthos

Berdasarkan hasil pengamatan pada 5 stasiun di tiap sub DAS di ketiga sub DAS Ciliwung Hulu ditemukan 13 ordo, 28 famili dan 34 genus (Lampiran 1). Jumlah ordo, famili dan genus paling banyak ditemukan pada sub DAS Cisukabirus yaitu 9 ordo, 19 famili dan 24

genus. Sub DAS Cisukabirus terletak paling hulu dan memiliki tutupan hutan paling luas. Selain itu sungai di sub DAS ini memiliki lebih banyak riak atau *riffle* dibandingkan sub DAS lainnya. Area sungai yang beriak menghasilkan kandungan oksigen terlarutnya tinggi. Smith *et al.* (1990) dalam Howe (1997) menyatakan bahwa keragaman terbesar dan produktifitas tertinggi makrozoobenthos terdapat pada sungai bagian *riffle* dengan substrat batuan besar dan kerikil.

Perbedaan kualitas habitat ketiga sungai juga berpengaruh pada kepadatan makrozoobenthos. Hasil perhitungan kepadatan makrozoobenthos menunjukkan kepadatan tertinggi di stasiun 4 sub DAS Cisukabirus dengan nilai 2.141 individu/m². Hal ini berkaitan dengan substrat dasar berupa batuan besar dan kerikil. Tingkat kepadatan ini juga dipengaruhi oleh variasi kondisi fisika kimia perairan, substrat dasar dan arus (Sudarso dan Wardiatno 2014). Kepadatan terendah ditemukan pada stasiun 2 sub DAS Ciseuseupan yaitu 96 individu/m². Hal ini dapat disebabkan karena substrat dasar pada stasiun 2 sub DAS Ciseuseupan ini berupa pasir berlumpur. Sesuai dengan pernyataan yang diungkapkan oleh Sinaga (2009) kondisi substrat dasar yang berupa pasir berlumpur dan kandungan substrat organik yang tinggi menyebabkan rendahnya kepadatan makrozoobenthos. Selain itu rendahnya kepadatan pada stasiun 2 sub DAS Ciseuseupan ini bisa disebabkan karena adanya gangguan (*stressor*) yang berasal dari limbah organik pemukiman yang langsung masuk kedalam sungai. Luoma dan Carter (1991) menyebutkan bahwa terjadinya penurunan jumlah

kekayaan jenis dan kepadatan merupakan respon dari komunitas makrozoobenthos terhadap adanya gangguan (*stressor*).

Komposisi kepadatan makrozoobenthos yang tinggi pada sub DAS Cisukabirus yaitu dari ordo Trichoptera dan Ephemeroptera (Tabel 3). Kelompok ordo organisme ini termasuk kedalam kelompok organisme intoleran, yaitu organisme yang dapat tumbuh atau berkembang dalam kisaran kondisi lingkungan yang sempit dan jarang dijumpai di perairan yang kaya bahan organik (Wilhm 1975). Organisme ini tidak dapat beradaptasi pada kondisi perairan yang mengalami penurunan kualitas (Wilhm 1975).

Sedangkan pada sub DAS Ciseuseupan dan Cisuren, komposisi kepadatan makrozoobenthos yang tinggi yaitu dari ordo Trichoptera (famili Hydropsychidae) dan Diptera (famili Chironomidae). Menurut Sudarso *et al.* (2009), peningkatan dominansi ordo Trichoptera dan Diptera di perairan dapat dijadikan sinyal awal dari adanya peningkatan masukan limbah antropogenik ke perairan.

Tabel 3 Komposisi kepadatan (%) makrozoobenthos di sub DAS Ciseuseupan, Cisukabirus dan Cisuren

Nama Ordo	Sub DAS		
	Ciseuseupan	Cisukabirus	Cisuren
Coleoptera	5,64	17,50	24,32
Diptera	30,77	18,83	23,22
Ephemeroptera	16,92	31,72	16,73
Hemiptera	0	0,39	0,06
Lepidoptera	0	0,23	0,71
Megaloptera	0	0,63	0,13
Odonata	0	0,08	0
Orthoptera	0	0	0,06
Phyllodocida	1,03	0	0
Plecoptera	0	2,58	0,19
Prosopora	3,08	0	0
Rhabdocoela	0,51	0	0
Tricoptera	42,05	28,05	34,57
Jumlah total	100	100	100

2. Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi

Indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi sebagai gambaran struktur komunitas makrozoobenthos di suatu perairan merupakan respon kualitas habitat perairan. Berdasarkan Tabel 4, nilai indeks keanekaragaman tertinggi ditemukan pada sub DAS Cisukabirus dengan nilai berkisar antara 2,07-293, sedangkan nilai indeks keanekaragaman terendah ditemukan pada sub DAS Ciseuseupan dengan nilai berkisar antara 1,27-1,72.

Adapun indeks keseragaman di ketiga sub DAS memiliki kisaran nilai yang hampir sama yaitu mendekati 1, sedangkan untuk nilai indeks dominansi yang diperoleh dari ketiga sub DAS yang diamati sama-sama menunjukkan nilai yang kecil yaitu mendekati 0. Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran individu tiap jenis pada ketiga sub DAS cenderung merata dan tidak ada individu

yang mendominasi. Sesuai dengan pernyataan Odum (1993), bahwa apabila nilai E (keseragaman) mendekati 1 artinya sebaran jumlah individu tiap jenis cenderung merata dan bahwa jika nilai C (dominansi) mendekati 0 menunjukkan bahwa tidak ada individu yang mendominasi.

3. Indeks Biologi Makrozoobenthos

Selain jenis dan kepadatannya, metode FBI memasukkan nilai kepekaan biota terhadap kandungan oksigen terlarut karena adanya masukan bahan organik. Organisme yang lebih peka terhadap kandungan oksigen terlarut rendah memiliki nilai toleransi (skor biotik indeks) yang rendah. Sedangkan organisme yang memiliki toleransi luas terhadap kandungan oksigen memiliki nilai toleransi yang tinggi. Hasil perhitungan nilai FBI ketiga sub DAS Ciliwung Hulu ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 4 Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (C) di ketiga sub DAS Ciliwung Hulu

Nilai	Sub DAS		
	Ciseuseupan	Cisukabirus	Cisuren
H'	1,27-1,72	2,07-2,93	1,37-2,39
E	0,62-0,82	0,68-0,85	0,67-0,78
C	0,40-0,53	0,16-0,36	0,25-0,48

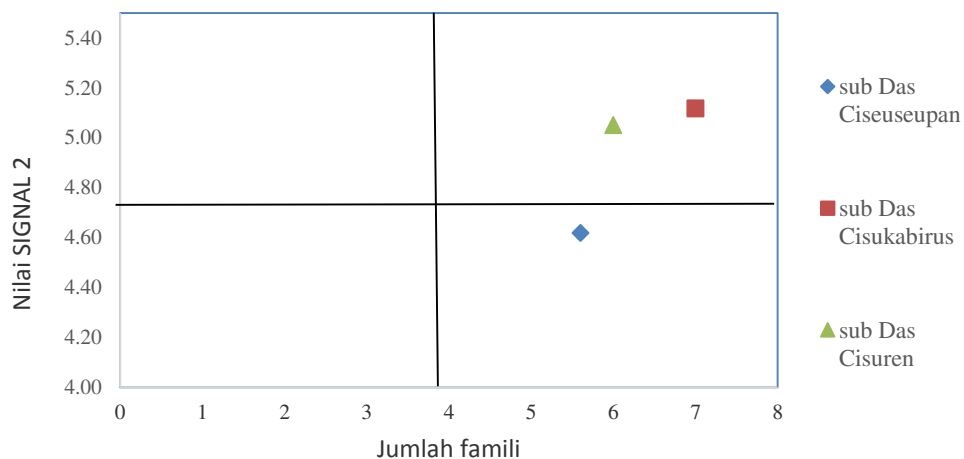
Tabel 5 Nilai FBI di ketiga sub DAS Ciliwung Hulu

Nilai	Sub DAS		
	Ciseuseupan	Cisukabirus	Cisuren
FBI	5,02	3,96	4,37
Kriteria	Sedang	Sangat baik	Baik

Nilai FBI dari ketiga sub DAS yang diamati menunjukkan bahwa kriteria kualitas perairan ketiga sub DAS relatif masih baik. Sub DAS yang menunjukkan kriteria kualitas perairan yang paling baik yaitu pada sub DAS Cisukabirus dengan rata-rata nilai 3,96 dengan kriteria 'sangat baik', hal ini dikarenakan sub DAS Cisukabirus yang berada lebih hulu daripada sub DAS Ciseuseupan dan sub DAS Cisuren memiliki lingkungan perairan yang lebih baik ditandai dengan perairan yang masih jernih. Sedangkan untuk kualitas perairan yang lebih rendah berada pada Sub DAS Ciseuseupan yang memiliki nilai rata-rata 5,02 dengan kriteria 'sedang', hal ini diduga karena aktivitas antropogenik pada area sub DAS ini lebih tinggi dibandingkan dengan

dua sub DAS yang lain. Aktivitas antropogenik diperkirakan memberikan dampak penurunan kualitas air pada sungai yaitu berupa limbah domestik dan pertanian.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa seluruh titik sub DAS berada di kuadran 1. Hal ini menggambarkan tingginya nilai SIGNAL2 dan jumlah makrozoobenthos pada tiap sub DAS. Tingginya nilai SIGNAL2 menunjukkan kekeruhan, salinitas dan kandungan nutrisi yang rendah. Jumlah famili yang tinggi menunjukkan bahwa keanekaragaman keadaan fisik habitat makrozoobenthos yang tinggi dan tidak terdapat faktor tekanan ekologis. Kuadran 1 ini menggambarkan kondisi perairan yang sehat.



Gambar 1 Hubungan nilai SIGNAL2 dan jumlah famili tiap sub DAS

Perubahan lahan dari hutan menjadi daerah permukiman cenderung memberikan dampak negatif bagi kondisi lingkungan khususnya terhadap sungai yang berada di sekitarnya. Sub DAS Cisukabirus yang masih memiliki tutupan lahan hutan 58,3% dan permukiman hanya 3,87% memberikan dampak kualitas habitat perairan sungai yang lebih baik dari sungai lainnya di Sub DAS Cisuren maupun Sub DAS Ciseuseupan.

4. Pengaruh Penggunaan Lahan terhadap Kualitas Air

Perubahan lahan dari hutan menjadi daerah permukiman cenderung memberikan dampak negatif bagi kondisi lingkungan khususnya terhadap sungai yang berada di sekitarnya. Hampir seluruh DAS di Indonesia mengalami perubahan penggunaan lahan termasuk di sub

DAS Ciliwung Hulu. Data penggunaan lahan di sub DAS Ciliwung Hulu dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan data penggunaan lahan pada Tabel 6, dapat dilihat bahwa penggunaan lahan berupa hutan berbeda pada tiap sub DAS yang diamati. Penggunaan lahan berupa hutan paling tinggi yaitu di sub DAS

Cisukabirus dengan luas 1.058,25 ha atau 58,41 % dari luas keseluruhan sub DAS Cisukabirus, sedangkan untuk penggunaan lahan berupa hutan paling rendah berada pada sub DAS Ciseuseupan yaitu tidak ada lahan hutan di Sub DAS tersebut.

Tabel 6 Tipe penggunaan lahan di Sub DAS Ciseuseupan, Cisukabirus dan Cisuren

Penggunaan Lahan	Sub DAS					
	Ciseuseupan		Cisukabirus		Cisuren	
	ha	%	ha	%	ha	%
Hutan lahan kering primer	-	-	121,05	6,68	-	-
Hutan lahan kering sekunder / bekas tebangan	-	-	568,10	31,36	-	-
Hutan tanaman	-	-	369,10	20,37	353,10	21,65
Permukiman / lahan terbangun	314,89	25,51	70,14	3,87	110,18	6,76
Pertanian lahan kering	919,66	74,49	681,86	37,63	1.167,67	71,59
Semak belukar	-	-	1,52	0,08	-	-
Jumlah total	1.234,55	100	1.811,76	100	1.630,95	100

Sumber : BPDASCC 2013

Perubahan penggunaan lahan di dalam sub DAS dari hutan menjadi lahan pertanian hingga permukiman mempengaruhi kondisi kualitas air di sub DAS tersebut. Hal ini dikarenakan lahan hutan yang menjadi lahan pertanian ataupun daerah permukiman menyebabkan lahan menjadi terbuka sehingga mudah terjadi erosi dikarenakan tidak ada vegetasi yang berfungsi sebagai penahan air, khususnya air hujan. Sudaryono (2002), hutan memiliki fungsi sebagai pengatur tata air dan pengontrol pencemaran dalam DAS, selain itu hutan juga sebagai wilayah tangkapan air untuk mengurangi adanya limpasan permukaan yang dapat menyebabkan erosi dan sedimentasi yang dapat menurunkan kualitas air sungai.

Berdasarkan indeks FBI, nilai rata-rata dari Sub DAS Ciseuseupan yaitu sebesar 5,02 dengan kriteria kualitas air sedang. Hal ini berkorelasi dengan luas penggunaan lahan permukiman yang lebih besar daripada luas hutan di Sub DAS tersebut. Luas penggunaan lahan permukiman di Sub DAS Ciseuseupan seluas 314,89 ha atau 25% dari luas keseluruhan Sub DAS tersebut, namun tidak terdapat lahan hutan didalamnya. Kualitas air di sub DAS Cisukabirus memiliki kriteria yang lebih baik dari Sub DAS Ciseuseupan.

Berdasarkan indeks FBI, nilai rata-rata dari Sub DAS Cisukabirus yaitu sebesar 3,96 dengan kriteria kualitas air sangat baik. Hasil yang didapat dari perhitungan indeks FBI berkorelasi juga dengan penggunaan lahan yang terdapat di Sub DAS Cisukabirus, dimana luas penggunaan lahan hutan jauh lebih besar daripada penggunaan lahan permukiman. Luas penggunaan lahan hutan di Sub DAS Cisukabirus sebesar 1.058,25 Ha atau 58,41% luas keseluruhan Sub DAS tersebut, sedangkan luas penggunaan lahan permukiman hanya sebesar 70,14 ha atau 3,87% dari

keseluruhan luas Sub DAS. Kualitas air di Sub DAS Cisuren memiliki kriteria yang lebih baik dari Sub DAS Ciseuseupan namun tidak lebih baik dari Sub DAS Cisukabirus.

Berdasarkan indeks FBI, nilai rata-rata dari Sub DAS Cisuren yaitu sebesar 4,37 dengan kriteria kualitas air baik. Hasil dari perhitungan indeks FBI berkorelasi juga dengan penggunaan lahan yang terdapat di Sub DAS Cisuren, dimana luas penggunaan lahan hutan lebih besar daripada penggunaan lahan permukiman. Luas penggunaan lahan hutan di Sub DAS Cisuren sebesar 353,10 ha atau 21,65% luas keseluruhan Sub DAS tersebut, sedangkan luas penggunaan lahan permukiman sebesar 110,18 ha atau 6,76% dari keseluruhan luas Sub DAS Cisuren.

SIMPULAN

Kualitas air sungai di ketiga sungai di DAS Ciliwung (Sub DAS Cisukabirus, Sub DAS Cisuren dan Sub DAS Ciseuseupan) secara keseluruhan termasuk kategori tercemar sedang sampai sangat baik. Kualitas terbaik dijumpai pada sungai di Sub DAS Cisukabirus dengan indeks keanekaragaman 2,07-2,93 (kategori baik sampai sangat baik), Indeks biotik Hilsenhoff 3,96 (kategori sangat baik), serta posisi SIGNAL2 di Kuadran 1 yang menggambarkan kondisi perairan yang sehat. Kualitas air sungai terbaik di Sub DAS Cisukabirus didukung oleh kondisi tutupan lahan permukiman paling kecil, serta masih adanya tutupan hutan, yang tidak lagi dijumpai pada Sub DAS Cisuren maupun Sub DAS Ciseuseupan.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPDASCC] Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Citarum – Ciliwung. 2013. *Laporan Rencana Pengelolaan DAS Ciliwung Terpadu tahun 2013*. Bogor (ID): BPDAS Citarum – Ciliwung.
- Chessman BC. 2003. New sensitivity grades for Australian river macro-invertebrates. *Mar Fresh Res.* 54:95-103
- Hauer FR, Lamberti GA. 2007. *Methods in stream ecology*. Ed ke-2. California (US): Academic Press. 877 p
- Hendrawan D, Fachrul M, Nugrahadi A, Sitawati A. 2005. Perubahan Guna Lahan terhadap Kualitas Air di DAS Ciliwung. Laporan Penelitian Unggulan Trisakti VII. Jakrata (ID): Universitas Trisakti.
- Hendrawan D. 2008. Kualitas Air Sungai Ciliwung Ditinjau dari Parameter Minyak dan Lemak. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* 15(2): 85-93.
- Hilsenhoff WL. 1988. An Improved biotic Index of Organic stream pollution, The Great lakes. *Entomologist*. 20: 31-39pp
- Howe K. 1997. Construction of artificial riffles and pools for freshwater habitat restoration. *Student On-Line journal*. 2: 5.
- Krebs CJ. 1999. *Ecological Methodology* (Vol. 620). Menlo Park, California (US): Benjamin/Cummings.
- Luoma SN, Carter JL. 1991. Effect of Trace Metal on Aquatic Benthos. In: M.C Newman & A.W. McIntosh (Eds): *Metal Ecotoxicology: Concepts and Applications*. Michigan (US): Lewis Publishers. 261-300
- Odum EP. 1993. *Dasar-dasar ekologi*. Ed ke-3. Samangan T, penerjemah. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Paimin, Sukresno, Purwanto. 2006. *Sidik Cepat Degradasi Sub-DAS*. Bogor (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 20 tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air.
- Sinaga T. 2009. Keanekaragaman makrozoobenthos sebagai indikator kualitas perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir. Medan (ID): Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Sudarso Y, Yoga GP, Suryono T, Syawal MS, Yustiawati. 2009. Pengaruh aktifitas antropogenik di Sungai Cikaniki (Jawa Barat) terhadap komunitas fauna makrobenthik. *Limnotek* 16(2):153-166
- Sudarso J, Wardiatno Y. 2014. *Penilaian Status Mutu Sungai dengan Indikator Makrozoobentos*. Jakarta (ID): Pena Nusantara.
- Sudaryono. 2002. Pembangunan Daerah Aliran Sungai Terpadu Konsep Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 3(2):153-158.
- Wilhm JL. 1975. *Biological Indicators of Pollution*. Oxford (GB): Blackwell Scientific Publication.

Lampiran 1 Tabel Nilai FBI (Hilsenhoff 1988)

Ordo	Famili	Nilai	Ordo	Famili	Nilai
Plecoptera	Capniidae	1	Tricoptera	Molannidae	6
	Chloroperlidae	1		Odontoceridae	0
	Leuctridae	0		Philopotamidae	3
	Nemouridae	2		Phryganeidae	4
	Perlidae	1		Polycentropodidae	6
	Perlolidae	2		Psycomyiidae	2
	Pteromarcyidae	0		Rhyacophilidae	0
Ephemeroptera	Taeniopterygidae	2		Sericostomatidae	3
	Baetidae	4		Uenoidea	3
	Baetisuidae	3	Megaloptera	Corydalidae	0
	Caenidae	7		Sialidae	4
	Ephemerellidae	1	Lepidoptera	Pyrallidae	5
	Ephemeridae	4	Coleoptera	Dryopidae	5
	Heptageniidae	4		Elmidae	4
	Leptophlebiidae	2		Psephenidae	4
	Metretopodidae	2		Athericidae	2
	Oligoneuridae	2	Diptera	Blepharoceridae	0
	Polymitarcyidae	2		Ceratopogonidae	6
	Potomanthidae	2		Blood-red Chironomidae	8
	Siphonuridae	7		Dolichopodidae	4
	Tricorythidae	4		Empididae	6
Odonata	Aeshnidae	3		Ephydriidae	6
	Calopterygidae	5		Psychodidae	10
	Coenagrionidae	9		Simuliidae	6
	Cordulegastridae	3		Muscidae	6
	Cordullidae	5		Syrphidae	10
	Gomphidae	1		Tabanidae	6
	Lestiidae	9		Tipulidae	3
	Libellulidae	9		Gammaridae	4
	Macromiidae	3		Talitridae	8
Tricoptera	Brachycentridae	1	Isopoda	Asellidae	8
	Calamoceratidae	3	Decapoda		6
	Glossosomatidae	0	Acariformes		4
	Helicopsychidae	3	Mollusca	Lymnaeidae	6
	Hydropsychidae	4		Physidae	8
	Hydroptilidae	4		Sphaeriidae	8
	Lepidostomatidae	1	Hirudinea	Bellidae	10
	Leptoceridae	4	Turbellaria	Platyhelminthidae	4
	Limnephilidae	4			

Lampiran 2 Tabel Skor SIGNAL 2 berdasarkan famili dari makrozoobenthos yang ditemukan (Chessmann 2003)

Ordo/kelas/ filum	Famili	skor	Ordo/kelas/ filum	Famili	skor
Acarina	Arrenuridae	8	Gastropoda	Hydrobiidae	4
	Aturidae	8		Lymnaeidae	1
	Eylaidae	5		Physidae	1
	Hydrachnidae	7		Planorbidae	2
	Hydrodromidae	8		Pomatiopsidae	1
	Hydryphantidae	8		Thiaridae	4
	Hygrobatidae	8		Viviparidae	4
	Limnesiidae	7	Hemiptera	Belostomatidae	1
	Limnocharidae	10		Corixidae	2
	Mideopsidae	4		Gelastocoridae	5
	Momoniidae	10		Gerridae	4
	Notodromadidae	1		Hebridae	3
	Oxidae	8		Hydrometridae	3
	Pionidae	5		Mesoveliidae	2
	Torrenticolidae	10		Naucoridae	2
	Unionicolidae	8		Nepidae	3
Amhipoda	Ceinidae	2		Notonectidae	1
	Corophiidae	4		Ochteridae	2
	Eusiridae	7		Pleidae	2
	Melitidae	7		Saldidae	1
	Neoniphargidae	4		Veliidae	3
	Paracalliopidae	3	Hirudinea	Erobdellidae	1
	Paramelitidae	4		Glossiphoniidae	1
	Perthiidae	4		Omithobdellidae	1
	Talitridae	3		Richardsonianidae	4
Anaspidacea	Koonungidae	1	Hydrozoa	Clavidae	3
Anostraca	Branchipodidae	1		Hydridae	2
Bivalva	Corbiculidae	4	Isopoda	Amphisopidae	1
	Hyriidae	5		Cirolanidae	2
	Sphaeriidae	5		Janiridae	3
Coleoptera	Brentidae	3		Mesamphisopidae	3
	Carabidae	3		Oniscidae	2
	Chrysomelidae	2		Phereatoicidae	4
	Curculionidae	2		Phreatoicopsidae	2
	Dytiscidae	2		Sphaeromatidae	1
	Elmidae	7	Lepidoptera	Pyralidae	3
	Gyrinidae	4	Mecoptera	Nannochoristidae	9
	Haliphilidae	2	Megaloptera	Corydalidae	7
	Heteroceridae	1		Sialidae	5
	Hydraenidae	3	Nemertea	Tetrastemmatidae	7
	Hydrochidae	4	Neuroptera	Neurorthidae	9
	Hydrophilidae	2		Osmylidae	7
	Hygrobiidae	1		Sisyridae	3
	Limnichidae	4	Nemetomorpha	Gordiidae	5
	Microsporidae	7	Notostraca	Triopsidae	1
	Noteridae	4	Odonata	Aeshnidae	4
	Psephenidae	6		Austrocorduliidae (dulu bagian dari Corduliidae)	10
				Coenagrionidae	2
	Ptiliidae	3		Corduleohvidae	5
	Ptilodactylidae	10		Corduliidae	5
	Scirtidae	6		Diphlebiidae	6
	Staphylinidae	3			